

(43) 国際公開日
2004年12月2日 (02.12.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/103650 A1

- (51) 国際特許分類: B25J 5/00
 (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/007064
 (22) 国際出願日: 2004年5月18日 (18.05.2004)
 (25) 国際出願の言語: 日本語
 (26) 国際公開の言語: 日本語
 (30) 優先権データ:
 特願2003-141461 2003年5月20日 (20.05.2003) JP
 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP];
 〒107-8556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).
 (72) 発明者; および
 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 竹村 佳也

(TAKEMURA, Yoshinari) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 長谷川 忠明 (HASEGAWA, Tadaaki) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 福島 崇文 (FUKUSHIMA, Takafumi) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

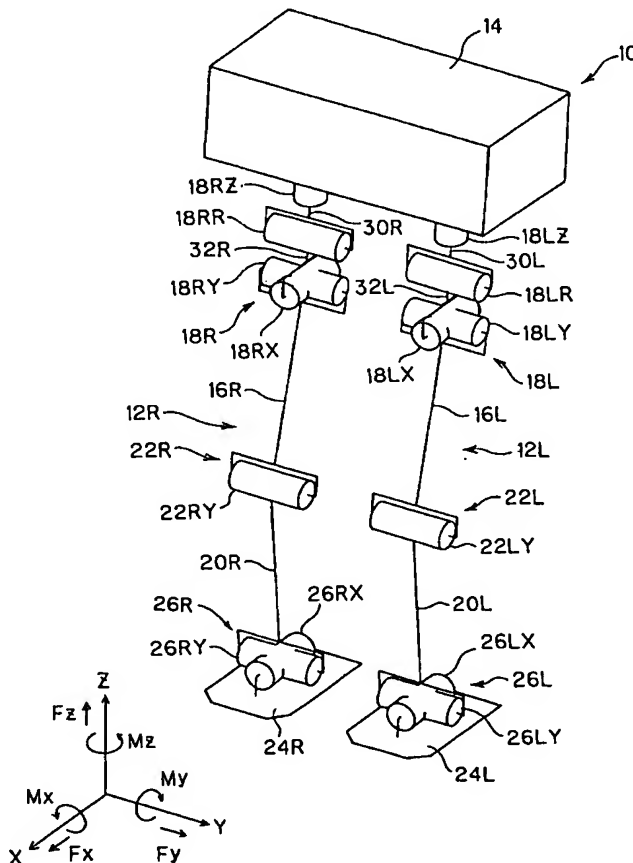
(74) 代理人: 吉田 豊 (YOSHIDA, Yutaka); 〒170-0013 東京都豊島区東池袋一丁目20番2号 池袋ホワイトハウスビル816号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,

[続葉有]

(54) Title: LEGGED MOBILE ROBOT

(54) 発明の名称: 脚式移動ロボット



(57) Abstract: A legged mobile robot (10) has hip joints (18R, 18L) connecting an upper body (14) and upper leg links (16R, 16L) has first rotation axes (18RZ, 18LZ) forming a degree of freedom about a yaw axis (Z axis), second rotation axes (18RX, 18LX) forming a degree of freedom about a roll axis (X axis), third rotation axes (18RY, 18LY) forming a degree of freedom about a pitch axis (Y axis), and fourth rotation axes (18RR, 18LR) for forming a redundant degree of freedom. The structure above can increase the amount of bending of the upper body (14) and a movable range of legs (12R, 12L), so that degrees of freedom in a posture and gait of the robot can be improved.

(57) 要約: 脚式移動ロボット(10)において、上体(14)と上腿リンク(16R, 16L)を連結する股関節(18R, 18L)が、ヨー軸(Z軸)回りの自由度を生成する第1の回転軸(18RZ, 18LZ)と、ロール軸(X軸)回りの自由度を生成する第2の回転軸(18RX, 18LX)と、ピッチ軸(Y軸)回りの自由度を生成する第3の回転軸(18RY, 18LY)とを備えると共に、さらに、冗長自由度を生成する第4の回転軸(18RR, 18LR)を備えるように構成した。それによって、上体(14)の屈曲量と脚部(12R, 12L)の可動域を増大させることができるため、姿勢や歩容の自由度を向上させることができる。



LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

脚式移動ロボット

5 技術分野

この発明は脚式移動ロボットに関し、より詳しくは、脚式移動ロボットの股関節構造に関する。

背景技術

- 10 脚式移動ロボットの股関節構造に関する技術としては、例えば特許第2592340号公報、特開2001-62761号公報、特開2001-150371号公報に記載される技術が知られている。特許第2592340号公報（第4頁から第5頁、図2など）に係る従来技術にあつては、股関節を駆動する各モータを上体側に配置することで、脚部末端側の重量を軽量化し、脚部に発生する慣性
- 15 モーメントを減少させるように構成している。

また、特開2001-62761号公報（段落0053から0055、図12など）に係る従来技術にあつては、股関節に平行リンク機構を設けて左右の脚部を連結し、遊脚の着地時に前記平行リンク機構を動作させて着地する脚部を上方に駆動することで、着地衝撃力を緩和させるように構成している。

- 20 また、特開2001-150371号公報（段落0070から0056、図5、図7など）に係る従来技術にあつては、股関節の各自由度のうち、ヨー軸回りの自由度を生成する回転軸をロール軸方向に対してオフセットさせることで、ロボットの方向転換時における足平同士の干渉を回避するように構成している。

- ところで、脚式移動ロボットの上体を屈曲させる場合（前屈あるいは後屈させる場合）、股関節に設けられたピッチ軸あるいはロール軸回りの各回転軸の可動域のみでは、所望の屈曲量を得ることができない場合があった。
- 25

そこで、上体の屈曲量を増大させる技術として、上体を上部と下部に分割すると共に、それらをピッチ軸回りの自由度を有する関節を介して連結し、前記上体の上部と下部をピッチ軸回りに相対回転させることで、上体の屈曲量を股関節の

可動域以上に大きく得るようにした技術が提案されている（例えば、川田工業株式会社、“働く人間型ロボットによる“起き上がる・寝転ぶ”動作に成功”、[online]、2002年9月19日、川田工業株式会社ホームページ、topics、[2003年5月2日検索]、インターネット<URL:http://www.kawada.co.jp/general/topics/020919_hrp-2p.html>参照）。

上記したホームページ記載の技術にあつては、上体を上部と下部に分割するように構成していることから、上体内部への機器の収容性が低下するという不具合があった。

また、股関節の可動域が不足するということは、上体の屈曲量が不足すると同時に、脚部の可動域を大きく確保できないことを意味する。上記したホームページ記載の技術にあつては、上体に関節を設けることによって上体の屈曲量を増大させているため、脚部の可動域についてはなんら増大されず、下半身を含めたロボットの姿勢や歩容の自由度を向上させるには至っていなかった。

15 発明の開示

従って、この発明の目的は、上体の屈曲量および脚部の可動域を増大させ、姿勢や歩容の自由度を向上させると共に、上体への機器の収容性を低下させることのないようにした脚式移動ロボットを提供することにある。

この発明は、上記した目的を達成するために、後述する請求の範囲第1項に記載する如く、上体と上腿リンクを連結する股関節と、前記上腿リンクと下腿リンクを連結する膝関節と、前記下腿リンクと足平を連結する足首関節を有する脚部を備え、前記脚部を駆動して移動する脚式移動ロボットにおいて、前記股関節は、ヨー軸回りの自由度を生成する第1の回転軸と、ロール軸回りの自由度を生成する第2の回転軸と、ピッチ軸回りの自由度を生成する第3の回転軸とを備える
25 と共に、さらに、冗長自由度を生成する第4の回転軸を備えるように構成した。

このように、上体と上腿リンクを連結する股関節が、ヨー軸回りの自由度を生成する第1の回転軸と、ロール軸回りの自由度を生成する第2の回転軸と、ピッチ軸回りの自由度を生成する第3の回転軸とを備えると共に、さらに、冗長自由度を生成する第4の回転軸を備えるように構成したので、上体の屈曲量と脚部の

可動域を増大させることができるため、姿勢や歩容の自由度を向上させることができる。また、上体が分割されないことから、上体への機器の収容性が低下することもない。

また、この発明は、後述する請求の範囲第2項に記載する如く、前記股関節は
5、前記第1から第3の回転軸のいずれかの回転軸を介して前記上体に連結される第1の部材と、前記第1から第3の回転軸のうちの残余の回転軸を介して前記上腿リンクに連結される第2の部材を備えると共に、前記第1の部材と第2の部材を、前記第4の回転軸を介して連結するように構成した。

このように、第1から第3の回転軸のいずれかの回転軸を介して上体に連結される第1の部材と、前記第1から第3の回転軸のうちの残余の回転軸を介して上腿リンクに連結される第2の部材を備えると共に、前記第1の部材と第2の部材を、第4の回転軸を介して連結するように構成したので、請求の範囲第1項と同様に、上体の屈曲量と脚部の可動域を増大させることができ、姿勢や歩容の自由度を向上させることができる。

15 また、この発明は、後述する請求の範囲第3項に記載する如く、前記第4の回転軸は、前記ヨー軸と非平行な回転軸であるように構成した。

このように、第4の回転軸が、ロボットのヨー軸と非平行な回転軸であるように構成したので、請求の範囲第1項と同様に、上体の屈曲量と脚部の可動域を増大させることができ、姿勢や歩容の自由度を向上させることができる。

20 また、この発明は、後述する請求の範囲第4項に記載する如く、前記第4の回転軸を、前記第1の回転軸より前記ロール軸方向において前方に配置するように構成した。

このように、第4の回転軸を、第1の回転軸よりロール軸方向において前方（換言すれば、ロボットの進行方向において前方）に配置するように構成したので
25、上記した効果に加え、上体の前屈動作が容易となる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第5項に記載する如く、前記第1の回転軸を駆動する第1回転軸用モータと、前記第1回転軸用モータの出力を減速する第1回転軸用減速機とを備えると共に、前記第1回転軸用モータと第1回転軸用減速機を、それらの出力軸が前記第1の回転軸と同軸になるように配置するよ

うに構成した。

このように、第1の回転軸を駆動する第1回転軸用モータと、前記第1回転軸用モータの出力を減速する第1回転軸用減速機とを備えると共に、前記第1回転軸用モータと第1回転軸用減速機を、それらの出力軸が前記第1の回転軸と同軸になるように配置するように構成したので、上記した効果に加え、第1の回転軸に関する出力伝達系の構造をコンパクト化できる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第6項に記載する如く、前記第2の回転軸を駆動する第2回転軸用モータと、前記第2回転軸用モータの出力を減速する第2回転軸用減速機とを備えると共に、前記第2回転軸用モータと第2回転軸用減速機を、それらの出力軸が前記第2の回転軸と同軸になるように配置するように構成した。

このように、第2の回転軸を駆動する第2回転軸用モータと、前記第2回転軸用モータの出力を減速する第2回転軸用減速機とを備えると共に、前記第2回転軸用モータと第2回転軸用減速機を、それらの出力軸が第2の回転軸と同軸になるように配置するように構成したので、上記した効果に加え、第2の回転軸に関する出力伝達系の構造をコンパクト化できる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第7項に記載する如く、前記第3の回転軸を駆動する第3回転軸用モータと、前記第3回転軸用モータの出力を減速する第3回転軸用減速機とを備えると共に、前記第3回転軸用減速機を、その出力軸が前記第3の回転軸と同軸になるように配置するように構成した。

このように、第3の回転軸を駆動する第3回転軸用モータと、前記第3回転軸用モータの出力を減速する第3回転軸用減速機とを備えると共に、前記第3回転軸用減速機を、その出力軸が第3の回転軸と同軸になるように配置するように構成したので、上記した効果に加え、第3の回転軸に関する出力伝達系の構造をコンパクト化できる。また、第3回転軸用減速機の出力軸と第3の回転軸を同軸にすることで、第3の回転軸を駆動するのに必要とされる他の伝達要素は第3回転軸用モータと第3回転軸用減速機の間に配置されるもののみとなる。かかる伝達要素は、減速される前の小さな駆動力（即ち、第3回転軸用モータの出力）を第3回転軸用減速機に伝達すればよいので、伝達容量を小さく設定することができ

る。そのため、比較的軽量の伝達要素を使用することができることから、電動モータと減速機の離間距離が増加して伝達要素が延長されても大きな重量の増加を招くことがなく、よって第3回転軸用電動モータの配置位置の自由度を向上させることができる。

- 5 また、この発明は、後述する請求の範囲第8項に記載する如く、前記第4の回転軸を駆動する第4回転軸用モータを備えると共に、前記第4回転軸用モータを、前記第4の回転軸と同位置あるいはそれより上体側に配置するように構成した。

- 10 このように、第4の回転軸を駆動する第4回転軸用モータを備えると共に、前記第4回転軸用モータを、前記第4の回転軸と同位置あるいはそれより上体側に配置するように構成したので、第4回転軸用モータは第4の回転軸の回転対象とならないため、第4の回転軸の駆動時に脚部に発生する慣性モーメントを低減することができる。

- 15 また、この発明は、後述する請求の範囲第9項に記載する如く、前記第4回転軸用モータの出力を減速する第4回転軸用減速機を備えると共に、前記第4回転軸用減速機を、その出力軸が前記第4の回転軸と同軸になるように配置するように構成した。

- 20 このように、第4回転軸用モータの出力を減速する第4回転軸用減速機を備えると共に、前記第4回転軸用減速機を、その出力軸が第4の回転軸と同軸になるように配置するように構成したので、上記した効果に加え、第4の回転軸に関する出力伝達系の構造をコンパクト化できる。また、第4回転軸用減速機の出力軸と第4の回転軸を同軸にすることで、第4の回転軸を駆動するのに必要とされる他の伝達要素は第4回転軸用モータと第4回転軸用減速機の間配置されるもののみとなる。かかる伝達要素は、減速される前の小さな駆動力（即ち、第4回転軸用モータの出力）を第4回転軸用減速機に伝達すればよいので、伝達容量を小さく設定することができる。そのため、比較的軽量の伝達要素を使用することができることから、電動モータと減速機の離間距離が増加して伝達要素が延長されても大きな重量の増加を招くことがなく、よって第4回転軸用電動モータの配置位置の自由度を向上させることができる。
- 25

また、この発明は、後述する請求の範囲第 10 項に記載する如く、前記第 2 の回転軸を駆動する第 2 回転軸用モータと、前記第 4 の回転軸を駆動する第 4 回転軸用モータを備えると共に、前記第 2 の部材と上腿リンクを、少なくとも前記第 2 の回転軸を介して連結し、前記第 4 回転軸用モータを、前記第 2 回転軸用モータより上体側に配置するように構成した。

このように、第 2 の部材と上腿リンクは、少なくとも第 2 の回転軸を介して連結される、換言すれば、第 4 の回転軸は第 2 の回転軸より上体側に配置されると共に、第 4 回転軸用モータを第 2 回転軸用モータより上体側に配置するように構成したので、脚部の末端側の重量を軽量化する（脚部の重心位置を末端側から遠くする）ことができ、ロボットの移動時に脚部に発生する慣性モーメントを低減できる。即ち、第 4 の回転軸を第 2 の回転軸より上体側に配置することで、第 4 の回転軸によって回転させられる部材は第 2 の回転軸によって回転させられる部材に比して多くなる。このため、第 4 回転軸用モータは、第 2 回転軸用モータより大きな駆動力が要求されることから、より大型で重量の重いものが使用される。従って、第 4 回転軸用モータを第 2 回転軸用モータより上体側に配置することで、脚部の末端側の重量を軽量化し、脚部に発生する慣性モーメントを低減することができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第 11 項に記載する如く、前記第 3 の回転軸を駆動する第 3 回転軸用モータと、前記第 4 の回転軸を駆動する第 4 回転軸用モータを備えると共に、前記第 2 の部材と上腿リンクを、少なくとも前記第 3 の回転軸を介して連結し、前記第 4 回転軸用モータを、前記第 3 回転軸用モータより上体側に配置するように構成した。

このように、第 2 の部材と上腿リンクは、少なくとも第 3 の回転軸を介して連結される、換言すれば、第 4 の回転軸は第 3 の回転軸より上体側に配置されると共に、第 4 回転軸用モータを第 3 回転軸用モータより上体側に配置するように構成したので、脚部の末端側の重量を軽量化する（脚部の重心位置を末端側から遠くする）ことができ、ロボットの移動時に脚部に発生する慣性モーメントを低減できる。即ち、第 4 の回転軸を第 3 の回転軸より上体側に配置することで、第 4 の回転軸によって回転させられる部材は第 3 の回転軸によって回転させられる部

材に比して多くなる。このため、第4回転軸用モータは、第3回転軸用モータより大きな駆動力が要求されることから、より大型で重量の重いものが使用される。従って、第4回転軸用モータを第3回転軸用モータより上体側に配置することで、脚部の末端側の重量を軽量化し、脚部に発生する慣性モーメントを低減することができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第12項に記載する如く、前記第4回転軸用モータを、前記ロール軸方向において、前記脚部の中心軸を挟んで前記第4の回転軸と対向する位置に配置するように構成した。

このように、第4回転軸用モータを、ロール軸方向において、脚部の中心軸を挟んで第4の回転軸と対向する位置に配置するように構成したので、上記した効果に加え、脚部の重心バランスを向上させることができる。また、上体を大きく前屈させた場合であっても、上体と第4回転軸用モータが干渉することがないため、大きな前屈量を得ることができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第13項に記載する如く、前記第1の回転軸を、前記脚部の中心軸に対し、前記ロール軸方向にオフセットさせるように構成した。

このように、第1の回転軸を、脚部の中心軸に対し、ロール軸方向にオフセットさせるように構成したので、脚部を回旋させたときの足平同士の干渉を抑制することができると共に、脚部の回旋角度を増大させることができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第14項に記載する如く、前記第2の回転軸と第3の回転軸を直交させるように構成した。

このように、第2の回転軸と第3の回転軸を直交させるように構成したので、上記した効果に加え、股関節に冗長自由度を生成する第4の回転軸を設けた場合であっても、股関節をコンパクトにすることができる。

図面の簡単な説明

第1図は、この発明の一つの実施の形態に係る脚式移動ロボットの模式図である。

第2図は、第1図で模式的に示したロボットの右脚部を詳しく示す右側面図で

ある。

第3図は、第1図で模式的に示したロボットの右脚部を詳しく示す正面図である。

5 第4図は、第1図に示すロボットの歩容の一例（内股旋回）を示す説明図である。

第5図は、第1図に示すロボットの歩容の一例（蟹股旋回）を示す説明図である。

10 第6図は、第1図に示すロボットにおいて、脚部にコンプライアンス機能を与えよときの股関節ピッチ軸と股関節冗長軸の駆動方向の一例を示す模式図である。

第7図は、第1図に示すロボットにおいて、脚部の着地時に股関節ピッチ軸と股関節冗長軸を逆方向に駆動した場合の着地衝撃力と、然らざる場合の着地衝撃力を対比して示すグラフである。

15 第8図は、股関節冗長軸によってピッチ軸回り以外の自由度が生成される例を示す、第1図と同様な模式図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照してこの発明の一つの実施の形態に係る脚式移動ロボットについて説明する。

20 第1図はこの実施の形態に係る脚式移動ロボット、より詳しくは、2足歩行ロボットの模式図である。

図示の如く、2足歩行ロボット（以下「ロボット」という）10は、左右それぞれの脚部12R、12L（右側をR、左側をLとする。以下同じ）を備える。左右の脚部12R、12Lは、それぞれ、上体14と上腿リンク16R、16Lを連結する股関節18R、18Lと、上腿リンク16R、16Lと下腿リンク20R、20Lを連結する膝関節22R、22Lと、下腿リンク20R、20Lと足平24R、24Lを連結する足首関節26R、26Lとを有する。

股関節18R、18Lは、ヨー軸（Z軸。鉛直方向）回りの自由度を生成する股関節ヨー軸18RZ、18LZ（前記した第1の回転軸）と、ロール軸（X軸

。ロボット10の進行方向)回りの自由度を生成する股関節ロール軸18RX, 18LX(前記した第2の回転軸)と、ピッチ軸(Y軸。ロボット10の進行方向および鉛直方向に直行する左右方向)回りの自由度を生成する股関節ピッチ軸18RY, 18LY(前記した第3の回転軸)と、ピッチ軸回りの冗長自由度を生成する股関節冗長軸18RR, 18LR(前記した第4の回転軸)を備える。
5 股関節ロール軸18RX, 18LXと股関節ピッチ軸18RY, 18LYは、図示の如く直交させられる。

また、股関節18R, 18Lは、股関節ヨー軸18RZ, 18LZを介して上体14に連結される第1の股関節リンク30R, 30L(前記した第1の部材)
10 と、股関節ロール軸18RX, 18LXと股関節ピッチ軸18RY, 18LYを介して上腿リンク16R, 16Lに連結される第2の股関節リンク32R, 32L(前記した第2の部材)を備える。第1の股関節リンク30R, 30Lと第2の股関節リンク32R, 32Lは、股関節冗長軸18RR, 18LRを介して連結される。尚、第1の股関節リンク30R, 30Lおよび第2の股関節リンク3
15 2R, 32Lは、股関節18R, 18Lの一部をなしても違和感のないよう、上腿リンク16R, 16Lや下腿リンク20R, 20Lに比して短く形成される。

膝関節22R, 22Lは、ピッチ軸回りの自由度を生成する膝関節ピッチ軸22RY, 22LYを備える。また、足首関節26R, 26Lは、ロール軸回りの自由度を生成する足首関節ロール軸26RX, 26LXと、ピッチ軸回りの自由
20 度を生成する足首関節ピッチ軸26RY, 26LYを備える。上記した各回転軸は、後述する各電動モータによって駆動される。

足首関節26R, 26Lと足平24R, 24Lの間には、公知の6軸力センサが取り付けられ、力の3方向成分 F_x , F_y , F_z とモーメントの3方向成分 M_x , M_y , M_z とを測定し、脚部12R, 12Lの着地の有無と、床面から脚部
25 12R, 12Lに作用する床反力などを検出する。また、上体14には傾斜センサが設置され、ロボット10のZ軸に対する傾きとその角速度を検出する。また、各回転軸を駆動する電動モータには、その回転量を検出するロータリエンコーダが設けられる。

これら各センサの出力は、上体14に收容された制御ユニットに入力される。

制御ユニットは、メモリに格納されているデータおよび入力された検出値に基づき、各回転軸を駆動するモータの制御値を算出する。尚、制御値の算出手法についてはこの発明の主旨とするところではないので、詳しい説明を省略すると共に、それに用いられる上記した各センサや制御ユニットの図示も省略する。

- 5 このように、この実施の形態に係るロボット10は、左右の脚部12R, 12Lのそれぞれについて7つの回転軸（自由度）を与えられ、これら $7 \times 2 = 14$ 個の回転軸を電動モータで駆動することにより、脚部全体に所望の動きを与えて任意に3次元空間を移動することができる。尚、上体14には、例えば国際公開第WO 02/40226 A1パンフレットに記載されるような腕部や頭部が接
- 10 続されるが、それらの構造はこの発明の要旨に直接の関係を有しないため、図示および説明を省略する。

続いて、第2図以降を参照し、ロボット10の脚部12R, 12Lについて詳説する。尚、以下、右側の脚部12Rを例に挙げて説明するが、左右の脚部12R, 12Lは左右対称のため、以下の説明は左側の脚部12Lにも妥当する。

- 15 第2図は、第1図で模式的に示した脚部12Rを詳しく示す右側面図である。また、第3図は、脚部12Rを詳しく示す正面図である。

両図に示すように、上体14には、股関節ヨー軸18RZを駆動する電動モータ50（以下「股関節ヨー軸用モータ」という）が配置される。尚、股関節ヨー軸18RZは、脚部12Rの中心軸12RCと一致させられる。

- 20 股関節ヨー軸用モータ50の出力軸は、上体14の下端に取り付けられた減速機52（以下「股関節ヨー軸用減速機」という）に直接接続され、よって股関節ヨー軸用モータ50の出力は、股関節ヨー軸用減速機52に直接伝達される。また、股関節ヨー軸用減速機52は、その出力軸が股関節ヨー軸18RZと同軸となるように配置され、よって股関節ヨー軸用減速機52によって減速された出力
- 25 は、股関節ヨー軸18RZに直接伝達されて第1の股関節リンク30Rを上体14に対して回旋させる。尚、股関節ヨー軸用減速機52は、入力軸（即ち、股関節ヨー軸用モータ50の出力軸）と出力軸が同軸上に位置するように構成される。即ち、股関節ヨー軸用モータ50と股関節ヨー軸用減速機52の各出力軸は、股関節ヨー軸18RZと同軸とされる。

第1の股関節リンク30Rには、股関節冗長軸18RRを駆動する電動モータ54（以下「股関節冗長軸用モータ」という）が配置される。股関節冗長軸用モータ54の出力は、ベルト56を介して減速機58（以下「股関節冗長軸用減速機」という）に伝達される。股関節冗長軸用減速機58は、その出力軸が股関節冗長軸18RRと同軸になるように配置され、よって股関節冗長軸用減速機58によって減速された出力は、股関節冗長軸18RRに直接伝達されて第1の股関節リンク30Rと第2の股関節リンク32Rをピッチ軸回りに相対回転させる。

ここで、股関節冗長軸用モータ54は、股関節冗長軸18RRより上体14側に配置される。このため、股関節冗長軸用モータ54は、股関節冗長軸18RRの回転対象とならない。さらに言及すれば、股関節冗長軸用モータ54より上体側にはヨー軸回り以外の自由度が存在しないため、股関節冗長軸用モータ54はヨー軸回りの回転を除いて回転対象とはならない。従って、股関節冗長軸18RRの駆動時、ひいてはロボット10の移動時に脚部12Rに発生する慣性モーメントを低減することができる。

15 上腿リンク16Rには、股関節ロール軸18RXを駆動する電動モータ60（以下「股関節ロール軸用モータ」という）が配置される。股関節ロール軸用モータ60の出力軸は、上腿リンク16Rに取り付けられた減速機62（以下「股関節ロール軸用減速機」という）に直接接続され、よって股関節ロール軸用モータ60の出力は、股関節ロール軸用減速機62に直接伝達される。

20 また、股関節ロール軸用減速機62は、その出力軸が股関節ロール軸18RXと同軸となるように配置され、よって股関節ロール軸用減速機62によって減速された出力は、股関節ロール軸18RXに直接伝達されて第2の股関節リンク32Rと上腿リンク16Rをロール軸回りに相対回転させる。尚、股関節ロール軸用減速機62は、入力軸（即ち、股関節ロール軸用モータ60の出力軸）と出力軸が同軸上に位置するように構成される。即ち、股関節ロール軸用モータ60と
25 股関節ロール軸用減速機62の各出力軸は、股関節ロール軸18RXと同軸とされる。

また、上腿リンク16Rには、股関節ピッチ軸18RYを駆動する電動モータ66（以下「股関節ピッチ軸用モータ」という）が配置される。股関節ピッチ軸

用モータ 66 の出力は、ベルト 68 を介して減速機 70（以下「股関節ピッチ軸用減速機」という）に伝達される。股関節ピッチ軸用減速機 70 は、その出力軸が股関節ピッチ軸 18 R Y と同軸になるように配置され、よって股関節ピッチ軸用減速機 70 によって減速された出力は、股関節ピッチ軸 18 R Y に直接伝達されて第 2 の股関節リンク 32 R と上腿リンク 16 R をピッチ軸回りに相対回転させる。

このように、この実施の形態にあつては、股関節冗長軸 18 R R を股関節ロール軸 18 R X および股関節ピッチ軸 18 R Y より上体 14 側に配置すると共に、股関節冗長軸用モータ 54 を股関節ロール軸用モータ 60 および股関節ピッチ軸用モータ 66 より上体 14 側に配置するように構成したので、脚部 12 R の末端側の重量を軽量化（脚部 12 R の重心位置を末端側から遠くする）することができ、ロボット 10 の移動時に脚部に発生する慣性モーメントを低減できる。

これについて具体的に説明すると、股関節冗長軸 18 R R を股関節ロール軸 18 R X および股関節ピッチ軸 18 R Y より上体 14 側に配置することで、股関節冗長軸 18 R R によって回転させられる部材（第 2 の股関節リンク 32 R から足平 24 R まで）は、股関節ロール軸 18 R X や股関節ピッチ軸 18 R Y によって回転させられる部材（上腿リンク 16 R から足平 24 R まで）に比して多くなる。このため、股関節冗長軸用モータ 54 は、股関節ロール軸用モータ 60 および股関節ピッチ軸用モータ 66 より大きな駆動力が要求されることから、より大型で重量の重いものが使用される。従つて、より重量の重い股関節冗長軸用モータ 54 を股関節ロール軸用モータ 60 および股関節ピッチ軸用モータ 66 より上体 14 側に配置することで、脚部 12 R の末端側の重量を軽量化し、ロボット 10 の移動時に脚部 12 R に発生する慣性モーメントを低減することができる。

第 2 図および第 3 図の説明を続けると、上腿リンク 16 R には、さらに膝関節ピッチ軸 22 R Y を駆動する電動モータ 74（以下「膝関節ピッチ軸用モータ」という）が配置される。膝関節ピッチ軸用モータ 74 の出力は、ベルト 76 を介して減速機 78（以下「膝関節ピッチ軸用減速機」という）に伝達される。膝関節ピッチ軸用減速機 78 は、その出力軸が膝関節ピッチ軸 22 R Y と同軸になるように配置され、よって膝関節ピッチ軸用減速機 78 によって減速された出力は

、膝関節ピッチ軸 22 R Y に直接伝達されて上腿リンク 16 R と下腿リンク 20 R をピッチ軸回りに相対回転させる。

また、下腿リンク 20 R には、足首関節ロール軸 26 R X を駆動する電動モータ 80（以下「足首関節ロール軸用モータ」という）が配置される。足首関節ロール軸用モータ 80 の出力軸は、下腿リンク 20 R に取り付けられた減速機 82（以下「足首関節ロール軸用減速機」という）に直接接続され、よって足首関節ロール軸用モータ 80 の出力は足首関節ロール軸用減速機 82 に直接伝達される。

足首関節ロール軸用減速機 82 は、その出力軸が足首関節ロール軸 26 R X と同軸となるように配置され、よって足首関節ロール軸用減速機 82 によって減速された出力は、足首関節ロール軸 26 R X に直接伝達されて下腿リンク 20 R と足平 24 R をロール軸回りに相対回転させる。尚、足首関節ロール軸用減速機 82 は、入力軸（即ち、足首関節ロール軸用モータ 80 の出力軸）と出力軸が同軸上に位置するように構成される。即ち、足首関節ロール軸用モータ 80 と足首関節ロール軸用減速機 82 の各出力軸は、足首関節ロール軸 26 R X と同軸とされる。

さらに、下腿リンク 20 R には、足首関節ピッチ軸 26 R Y を駆動する電動モータ 84（以下「足首関節ピッチ軸用モータ」という）が配置される。足首関節ピッチ軸用モータ 84 の出力は、ベルト 86 を介して減速機 88（以下「足首関節ピッチ軸用減速機」という）に伝達される。足首関節ピッチ軸用減速機 88 は、その出力軸が足首関節ピッチ軸 26 R Y と同軸になるように配置され、よって足首関節ピッチ軸用減速機 88 によって減速された出力は、足首関節ピッチ軸 26 R Y に直接伝達されて下腿リンク 20 R と足平 24 R をピッチ軸回りに相対回転させる。

このように、この実施の形態に係るロボット 10 にあつては、股関節 18 R, 18 L が、ヨー軸回りの自由度を生成する股関節ヨー軸 18 R Z, 18 L Z と、ロール軸回りの自由度を生成する股関節ロール軸 18 R X, 18 L X と、ピッチ軸回りの自由度を生成する股関節ピッチ軸 18 R Y, 18 L Y とを備えると共に、さらに、ピッチ軸回りの冗長自由度を生成する股関節冗長軸 18 R R, 18 L

Rを備えるように構成したので、股関節18Rの可動域が増大し、上体14の屈曲量（前屈量および後屈量）を増大させることができる。

また、脚部12R, 12Lの可動域を増大させることができるため、例えば第4図に示すような内股旋回や第5図に示すような蟹股旋回、しゃがみ込みなどが可能となるなど、ロボット10の姿勢や歩容の自由度を向上させることができる。

さらに、股関節ロール軸18RX, 18LXと股関節ピッチ軸18RY, 18LYを直交させたため、股関節冗長軸18RR, 18LRを設けた場合であっても、股関節18R, 18Lをコンパクトにすることができる。

10 尚、従来技術のように上体14が分割されないことから、上体14への機器の収容性が低下することもない。また、股関節18R, 18Lに冗長自由度を設けることで、上体14に関節（自由度）を設けた場合に比して上体14の到達可能範囲、ひいては上体14に取り付けられた腕部の到達可能範囲をより拡大することができる。これは、股関節冗長軸18RR, 18LRと股関節の他の回転軸と
15 が近接して配置されることにより、人間で言えば、体の柔軟性がより高くなったのと同様の効果を得ることができるためである。

また、脚部12R, 12Lの着地時に、股関節ピッチ軸18RY, 18LY、股関節ロール軸18RX, 18LXおよび股関節冗長軸18RR, 18LRを適宜に駆動する、例えば、第6図に示すように、股関節ピッチ軸18RY（18LY）と股関節冗長軸18RR（18LR）を逆回転させるように駆動する（股関節18R（18L）を収縮させる方向に駆動する）ことで、脚部12R（12L）にコンプライアンス機能を与えることができる。

第7図は、股関節冗長軸18RR, 18LRを設け、脚部12R, 12Lの着地時に股関節ピッチ軸18RY, 18LYと股関節冗長軸18RR, 18LRを逆方向に駆動した場合の着地衝撃力（実線で示す）と、然らざる場合の着地衝撃力（破線で示す）を対比して示すグラフである。同図に示すように、股関節冗長軸18RR, 18LRを設けてコンプライアンス機能を与えることにより、着地
25 衝撃力（具体的には、Z軸方向に作用する力。即ち、前記した F_z ）を速やかに収束させることができ、より安定した歩行や走行が可能となる。

また、従来技術で例示したように、左右の脚部を平行リンク機構で連結した場合、上方に駆動できるのは一方の脚部のみであるから、例えば両脚を同時に着地させる場合などにあつては、着地衝撃力を緩和できないという不具合があつた。これに対し、この実施の形態にあつては、左右の股関節 18 R, 18 L の双方に
5 股関節冗長軸 18 RR, 18 LR を設けることで、両脚に独立したコンプライアンス機能を与えることができるため、かかる不具合が生じない。

また、第 2 図に良く示すように、股関節冗長軸 18 RR, 18 LR は、脚部の中心軸 12 RC, 12 LC よりロボット 10 の進行方向 (X 軸 (ロール軸) 方向) において前方に配置されるため、上体 14 の前屈動作が容易となる。

- 10 さらに、重量物である股関節冗長軸用モータ 54 を、ロール軸方向において脚部の中心軸 12 RC, 12 LC を挟んで股関節冗長軸 18 RR, 18 LR と対向する位置 (ロボット 10 の進行方向において後方) に配置したので、股関節冗長軸 18 RR, 18 LR を脚部の中心軸 12 RC, 12 LC より前方に配置した場合であっても、脚部 12 R, 12 L の重心バランスを向上させることができる。
- 15 また、重量物である股関節冗長軸用モータ 54 がロボット 10 の進行方向において後方に配置されることで、ロボット 10 が立位のまま前屈した際の安定性が向上する。さらに、上体 14 を大きく前屈させた場合であっても、上体 14 と股関節冗長軸用モータ 54 が干渉することがないため、大きな前屈量を得ることができる。

- 20 尚、この実施の形態に係るロボット 10 のように、歩行形態を人間と同様な 2 足歩行とした場合、後屈量に比して前屈量が大きい方が自然であるので、股関節冗長軸 18 RR, 18 LR を前方に配置し、股関節冗長軸用モータ 54 を後方に配置するようにしたが、前屈量に比して後屈量を大きく得たい場合は、股関節冗長軸 18 RR, 18 LR を後方に配置し、股関節冗長軸用モータ 54 を前方に配
25 置すれば良い。

また、上記した各回転軸と、それらに電動モータの出力を伝達する減速機の出力軸を同軸としたので、出力伝達系の構造をコンパクト化することができる。特に、股関節ヨー軸 18 RZ, 18 LZ、股関節ロール軸 18 RX, 18 LX および足首関節ロール軸 26 RX, 26 LX に関しては、各回転軸と電動モータと減

速機が全て同軸上に配置され、他の伝達要素を介在させることなくそれらが直接接続されることから、出力伝達系の構造をより一層コンパクト化することができる。

他方、股関節ピッチ軸 1 8 R Y, 1 8 L Y、股関節冗長軸 1 8 R R, 1 8 L R
5 、膝関節ピッチ軸 2 2 R Y, 2 2 L Y および足首関節ピッチ軸 2 6 R Y, 2 6 L Y に関しては、ヨー軸やロール軸に比して大きな駆動力が必要とされることから、各電動モータと減速機を、ベルト（および直径の異なるプーリ）を介して接続し、減速機の入力を増幅させるようにしている。ここで、電動モータと減速機の間
10 に介在させられるベルトは、減速機によって減速される前の比較的小さな駆動力、即ち、電動モータの出力そのものを伝達すればよいから、伝達容量を小さく設定することができる。そのため、比較的幅や厚みの少ない軽量のベルトを使用
15 することができることから、電動モータと減速機の離間距離を増加させてベルトを延長させても大きな重量の増加を招くことがない。従って、各電動モータの配置位置の自由度を向上させることができる。

尚、上記において、股関節冗長軸 1 8 R R, 1 8 L R はピッチ軸回りの自由度
15 を生成するようにしたが、ヨー軸（Z 軸。鉛直方向）と非平行な回転軸、即ち、上体 1 4 の屈曲量を変化させるような回転軸であれば、上述したと同様の効果を得ることができる。股関節冗長軸 1 8 R R, 1 8 L R をどのように配置するか
20 は、ロボット 1 0 にとらせるべき姿勢や歩容に応じて適宜決定すれば良い。股関節冗長軸 1 8 R R, 1 8 L R によってピッチ軸回り以外の自由度が生成される例（具体的には X Y 平面上に生成される例）を第 8 図に示す。

また、股関節ヨー軸 1 8 R Z, 1 8 L Z を、脚部の中心軸 1 2 R C, 1 2 R C
と一致させるようにしたが、股関節ヨー軸 1 8 R Z, 1 8 L Z を脚部の中心軸 1
2 R C, 1 2 L C に対してロール軸方向にオフセットさせても良い。そうすること
25 で、脚部 1 2 R, 1 2 L を回旋させたときの足平同士の干渉を抑制することができると共に、脚部 1 2 R, 1 2 L の回旋角度を増大させることができる。

また、股関節冗長軸 1 8 R R, 1 8 L R、股関節ピッチ軸 1 8 R Y, 1 8 L Y、
膝関節ピッチ軸 2 2 R Y, 2 2 L Y および足首関節ピッチ軸 2 6 R Y, 2 6 L Y
Y に関し、各電動モータと減速機の間にはベルトを介在させるようにしたが、各電

動モータを回転軸と同位置に配置し、電動モータと減速機と回転軸とを同軸として直接接続するようにしても良い。

また、股関節 18 R, 18 L において、各回転軸を上体 14 側から順に股関節
ヨー軸 18 R Z, 18 L Z、股関節冗長軸 18 R R, 18 L R、股関節ロール軸
5 18 R X, 18 L X および股関節ピッチ軸 18 R Y, 18 L Y と配置したが、必
ずしもそれに限られるものではない。

以上のように、この発明の一つの実施の形態に係る脚式移動ロボットにおいて
は、上体 (14) と上腿リンク (16 R, 16 L) を連結する股関節 (18 R,
18 L) と、前記上腿リンク (16 R, 16 L) と下腿リンク (20 R, 20 L
10) を連結する膝関節 (22 R, 22 L) と、前記下腿リンク (20 R, 20 L)
と足平 (24 R, 24 L) を連結する足首関節 (26 R, 26 L) を有する脚部
(12 R, 12 L) を備え、前記脚部 (12 R, 12 L) を駆動して移動する脚
式移動ロボット (10) において、前記股関節 (18 R, 18 L) は、ヨー軸 (Z
15 軸) 回りの自由度を生成する第 1 の回転軸 (股関節ヨー軸 18 R Z, 18 L Z
) と、ロール軸 (X 軸) 回りの自由度を生成する第 2 の回転軸 (股関節ロール軸
18 R X, 18 L X) と、ピッチ軸 (Y 軸) 回りの自由度を生成する第 3 の回転
軸 (股関節ピッチ軸 18 R Y, 18 L Y) とを備えると共に、さらに、冗長自由
度を生成する第 4 の回転軸 (股関節冗長軸 18 R R, 18 L R) を備えるように
構成した。

20 また、前記股関節 (18 R, 18 L) は、前記第 1 から第 3 の回転軸のいずれ
かの回転軸 (股関節ヨー軸 18 R Z, 18 L Z) を介して前記上体 (14) に連
結される第 1 の部材 (第 1 の股関節リンク 30 R, 30 L) と、前記第 1 から第
3 の回転軸うちの残余の回転軸 (股関節ロール軸 18 R X, 18 L X および股関
節ピッチ軸 18 R Y, 18 L Y) を介して前記上腿リンク (16 R, 16 L) に
25 連結される第 2 の部材 (第 2 の股関節リンク 32 R, 32 L) を備えると共に、
前記第 1 の部材 (30 R, 30 L) と第 2 の部材 (32 R, 32 L) を、前記第
4 の回転軸 (18 R R, 18 L R) を介して連結するように構成した。

また、前記第 4 の回転軸 (18 R R, 18 L R) は、前記ヨー軸 (Z 軸) と非
平行な回転軸であるように構成した。

また、前記第4の回転軸（18RR, 18LR）を、前記第1の回転軸（18RZ, 18LZ）より前記ロール軸方向において前方に配置するように構成した。

5 また、前記第1の回転軸（18RZ, 18LZ）を駆動する第1回転軸用モータ（股関節ヨー軸用モータ50）と、前記第1回転軸用モータ（50）の出力を減速する第1回転軸用減速機（股関節ヨー軸用減速機52）とを備えると共に、前記第1回転軸用モータ（50）と第1回転軸用減速機（52）を、それらの出力軸が前記第1の回転軸（18RZ, 18LZ）と同軸になるように配置するように構成した。

10 また、前記第2の回転軸（18RX, 18LX）を駆動する第2回転軸用モータ（股関節ロール軸用モータ60）と、前記第2回転軸用モータ（60）の出力を減速する第2回転軸用減速機（股関節ロール軸用減速機62）とを備えると共に、前記第2回転軸用モータ（60）と第2回転軸用減速機（62）を、それらの出力軸が前記第2の回転軸（18RX, 18LX）と同軸になるように配置する
15 ように構成した。

また、前記第3の回転軸（18RY, 18LY）を駆動する第3回転軸用モータ（股関節ピッチ軸用モータ66）と、前記第3回転軸用モータ（66）の出力を減速する第3回転軸用減速機（股関節ピッチ軸用減速機70）とを備えると共に、前記第3回転軸用減速機（70）を、その出力軸が前記第3の回転軸（18
20 RY, 18LY）と同軸になるように配置するように構成した。

また、前記第4の回転軸（18RR, 18LR）を駆動する第4回転軸用モータ（股関節冗長軸用モータ54）を備えると共に、前記第4回転軸用モータ（54）を、前記第4の回転軸（18RR, 18LR）と同位置あるいはそれより上体（14）側に配置するように構成した。

25 また、前記第4回転軸用モータ（54）の出力を減速する第4回転軸用減速機（股関節冗長軸用減速機58）を備えると共に、前記第4回転軸用減速機（58）を、その出力軸が前記第4の回転軸（18RR, 18LR）と同軸になるように配置するように構成した。

また、前記第2の回転軸（18RX, 18LX）を駆動する第2回転軸用モータ

タ（股関節ロール軸用モータ60）と、前記第4の回転軸（18RR, 18LR）を駆動する第4回転軸用モータ（股関節冗長軸用モータ54）を備えると共に、前記第2の部材（32R, 32L）と上腿リンク（16R, 16L）を、少なくとも前記第2の回転軸（18RX, 18LX）を介して連結し、前記第4回転
5 軸用モータ（54）を、前記第2回転軸用モータ（60）より上体（14）側に配置するように構成した。

また、前記第3の回転軸（18RY, 18LY）を駆動する第3回転軸用モータ（股関節ピッチ軸用モータ66）と、前記第4の回転軸（18RR, 18LR）を駆動する第4回転軸用モータ（股関節冗長軸用モータ54）を備えると共に、
10 前記第2の部材（32R, 32L）と上腿リンク（16R, 16L）を、少なくとも前記第3の回転軸（18RY, 18LY）を介して連結し、前記第4回転軸用モータ（54）を、前記第3回転軸用モータ（66）より上体（14）側に配置するように構成した。

また、前記第4回転軸用モータ（54）を、前記ロール軸方向において、前記
15 脚部の中心軸（12RC, 12LC）を挟んで前記第4の回転軸（18RR, 18LR）と対向する位置に配置するように構成した。

また、前記第1の回転軸（18RZ, 18LZ）を、前記脚部の中心軸（12RC, 12LC）に対し、前記ロール軸方向においてオフセットさせるように構成した。

20 また、前記第2の回転軸（18RX, 18LX）と第3の回転軸（18RY, 18LY）が直交するように構成した。

尚、上記において、脚式移動ロボットとして2足歩行ロボットを例に挙げて説明したが、この発明は脚部によって移動するロボットであればいかなる形態のロボットに対しても妥当するものである。

25

産業上の利用可能性

この発明によれば、脚式移動ロボットにおいて、上体と上腿リンクを連結する股関節が、ヨー軸回りの自由度を生成する第1の回転軸と、ロール軸回りの自由度を生成する第2の回転軸と、ピッチ軸回りの自由度を生成する第3の回転軸と

を備えると共に、さらに、冗長自由度を生成する第４の回転軸を備えるように構成したので、上体の屈曲量と脚部の可動域を増大させることができるため、姿勢や歩容の自由度を向上させることができる。

請求の範囲

1. 上体と上腿リンクを連結する股関節と、前記上腿リンクと下腿リンクを連結する膝関節と、前記下腿リンクと足平を連結する足首関節を有する脚部を備え、前記脚部を駆動して移動する脚式移動ロボットにおいて、前記股関節は、ヨー軸
- 5 回りの自由度を生成する第1の回転軸と、ロール軸回りの自由度を生成する第2の回転軸と、ピッチ軸回りの自由度を生成する第3の回転軸とを備えると共に、さらに、冗長自由度を生成する第4の回転軸を備えるように構成したことを特徴とする脚式移動ロボット。
- 10 2. 前記股関節は、前記第1から第3の回転軸のいずれかの回転軸を介して前記上体に連結される第1の部材と、前記第1から第3の回転軸のうちの残余の回転軸を介して前記上腿リンクに連結される第2の部材を備えると共に、前記第1の部材と第2の部材を、前記第4の回転軸を介して連結したことを特徴とする請求の範囲第1項記載の脚式移動ロボット。
- 15 3. 前記第4の回転軸は、前記ヨー軸と非平行な回転軸であることを特徴とする請求の範囲第1項記載の脚式移動ロボット。
4. 前記第4の回転軸を、前記第1の回転軸より前記ロール軸方向において前方
- 20 に配置するように構成したことを特徴とする請求の範囲第1項記載の脚式移動ロボット。
5. 前記第1の回転軸を駆動する第1回転軸用モータと、前記第1回転軸用モータの出力を減速する第1回転軸用減速機とを備えると共に、前記第1回転軸用モータと第1回転軸用減速機を、それらの出力軸が前記第1の回転軸と同軸になる
- 25 ように配置したことを特徴とする請求の範囲第1項記載の脚式移動ロボット。
6. 前記第2の回転軸を駆動する第2回転軸用モータと、前記第2回転軸用モータの出力を減速する第2回転軸用減速機とを備えると共に、前記第2回転軸用モ

ータと第2回転軸用減速機を、それらの出力軸が前記第2の回転軸と同軸になるように配置したことを特徴とする請求の範囲第1項記載の脚式移動ロボット。

5 7. 前記第3の回転軸を駆動する第3回転軸用モータと、前記第3回転軸用モータの出力を減速する第3回転軸用減速機とを備えると共に、前記第3回転軸用減速機を、その出力軸が前記第3の回転軸と同軸になるように配置したことを特徴とする請求の範囲第1項記載の脚式移動ロボット。

10 8. 前記第4の回転軸を駆動する第4回転軸用モータを備えると共に、前記第4回転軸用モータを、前記第4の回転軸と同位置あるいはそれより上体側に配置したことを特徴とする請求の範囲第1項記載の脚式移動ロボット。

15 9. 前記第4回転軸用モータの出力を減速する第4回転軸用減速機を備えると共に、前記第4回転軸用減速機を、その出力軸が前記第4の回転軸と同軸になるように配置したことを特徴とする請求の範囲第8項記載の脚式移動ロボット。

20 10. 前記第2の回転軸を駆動する第2回転軸用モータと、前記第4の回転軸を駆動する第4回転軸用モータを備えると共に、前記第2の部材と上腿リンクを、少なくとも前記第2の回転軸を介して連結し、前記第4回転軸用モータを、前記第2回転軸用モータより上体側に配置したことを特徴とする請求の範囲第2項記載の脚式移動ロボット。

25 11. 前記第3の回転軸を駆動する第3回転軸用モータと、前記第4の回転軸を駆動する第4回転軸用モータを備えると共に、前記第2の部材と上腿リンクを、少なくとも前記第3の回転軸を介して連結し、前記第4回転軸用モータを、前記第3回転軸用モータより上体側に配置したことを特徴とする請求の範囲第2項記載の脚式移動ロボット。

12. 前記第4回転軸用モータを、前記ロール軸方向において、前記脚部の中心

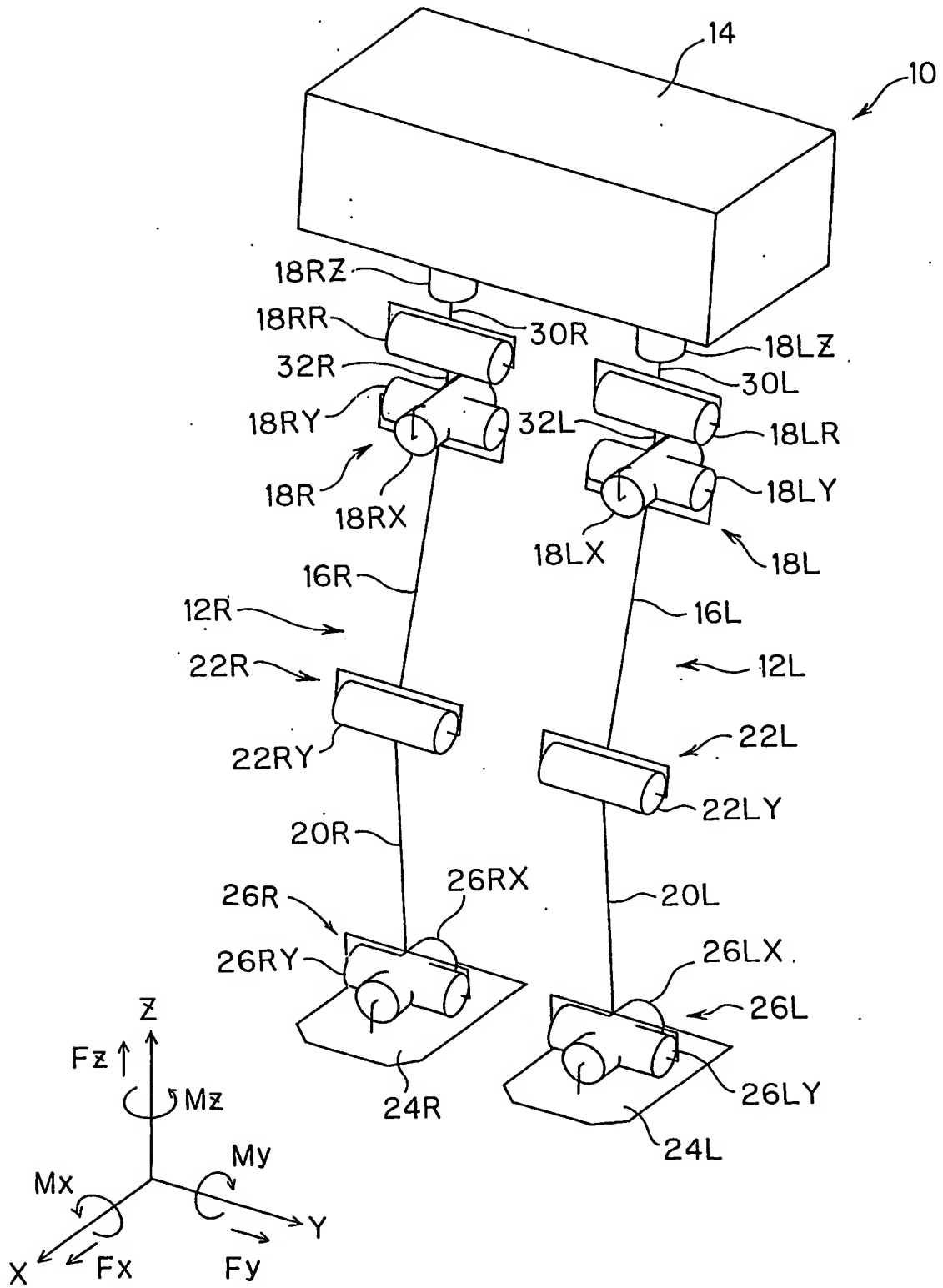
軸を挟んで前記第 4 の回転軸と対向する位置に配置したことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の脚式移動ロボット。

1 3. 前記第 1 の回転軸を、前記脚部の中心軸に対し、前記ロール軸方向にオフ
5 セットさせたことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の脚式移動ロボット。

1 4. 前記第 2 の回転軸と第 3 の回転軸を直交させたことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の脚式移動ロボット。

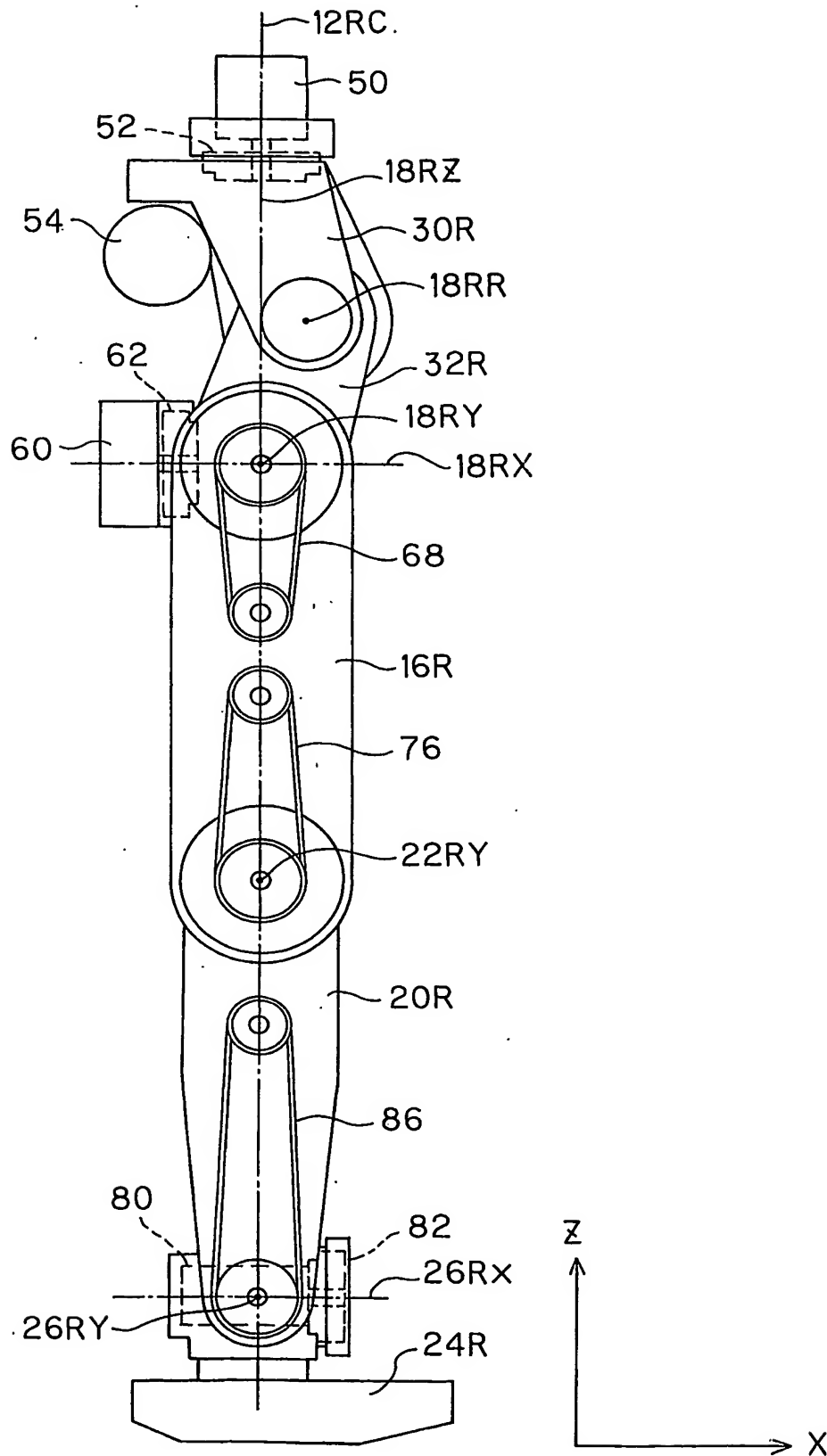
1/8

第1図



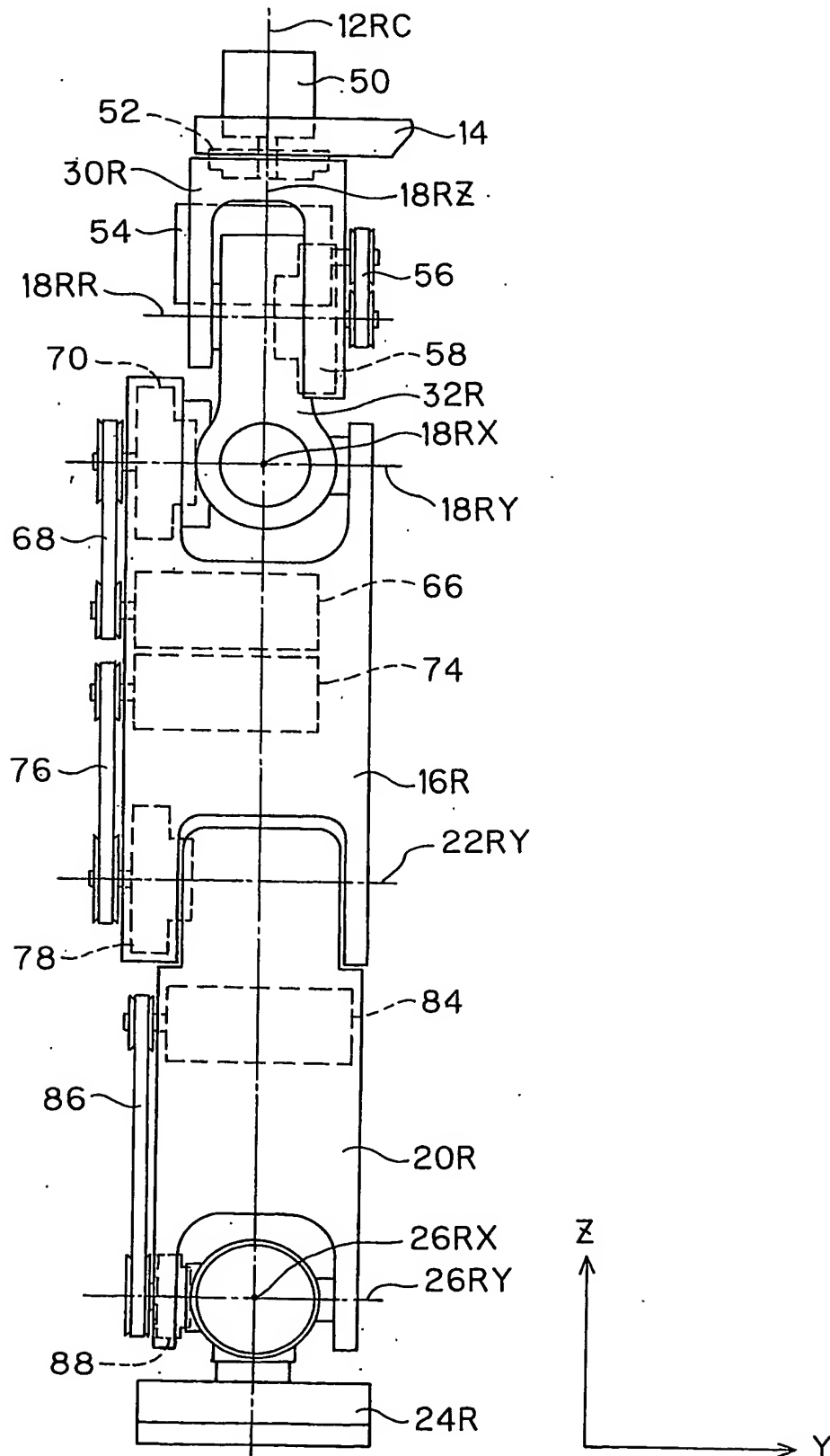
2/8

第 2 図

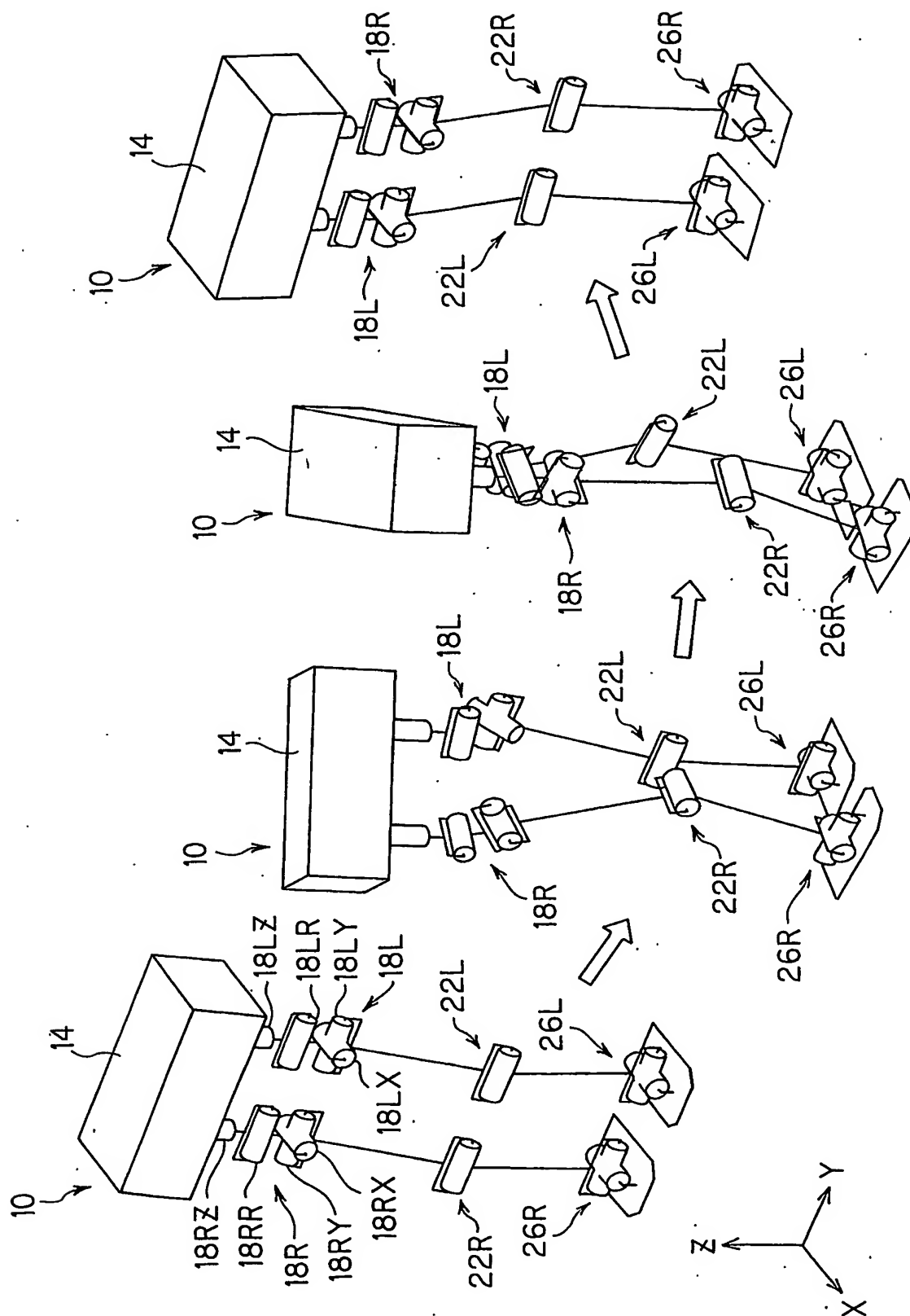


3/8

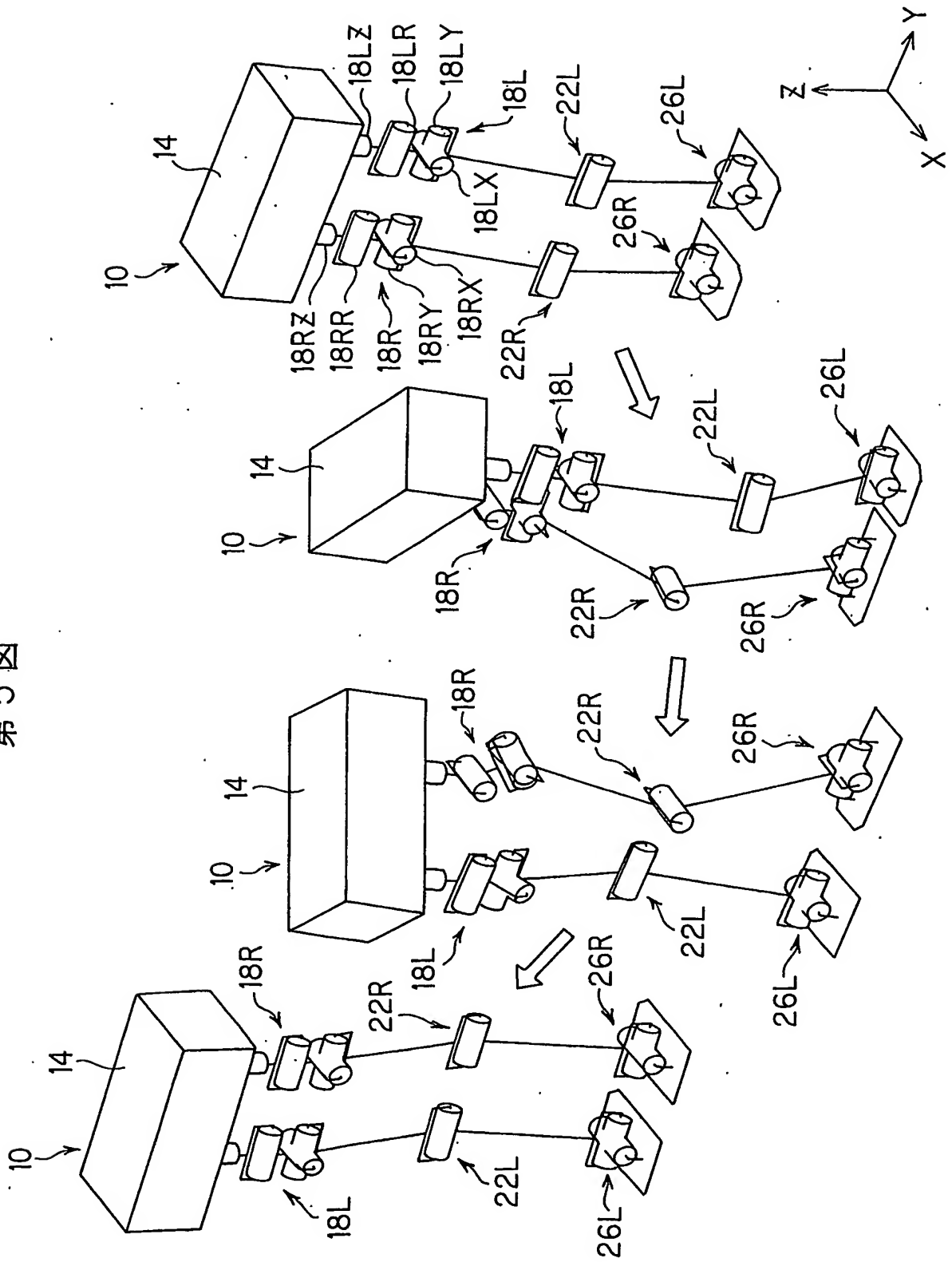
第 3 図



第4図

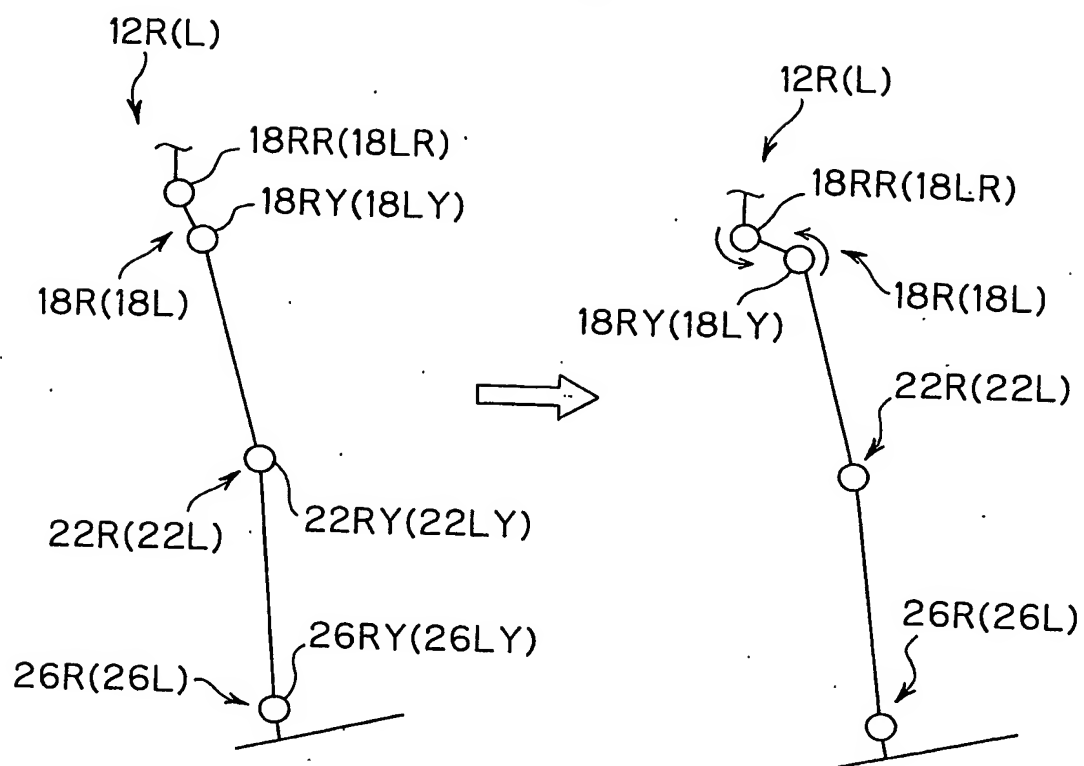


第 5 図

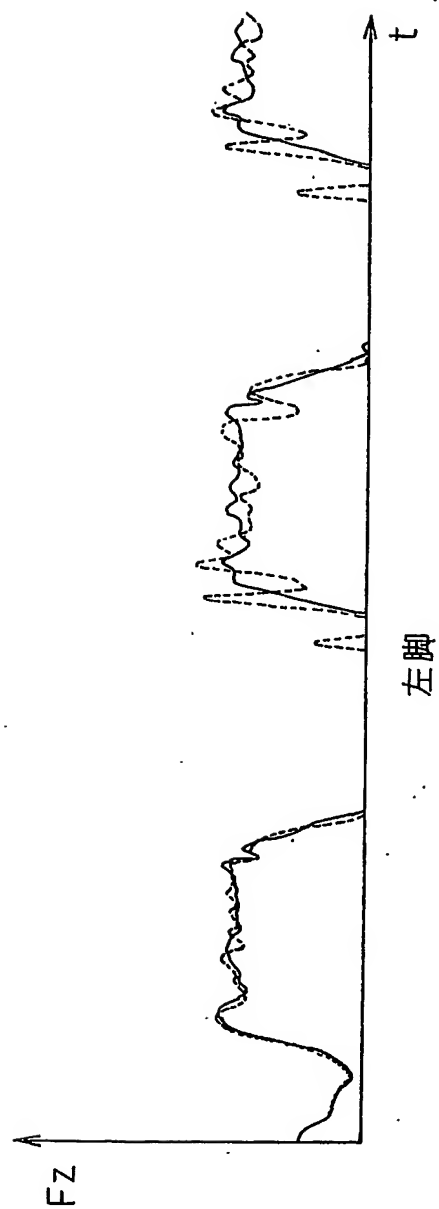
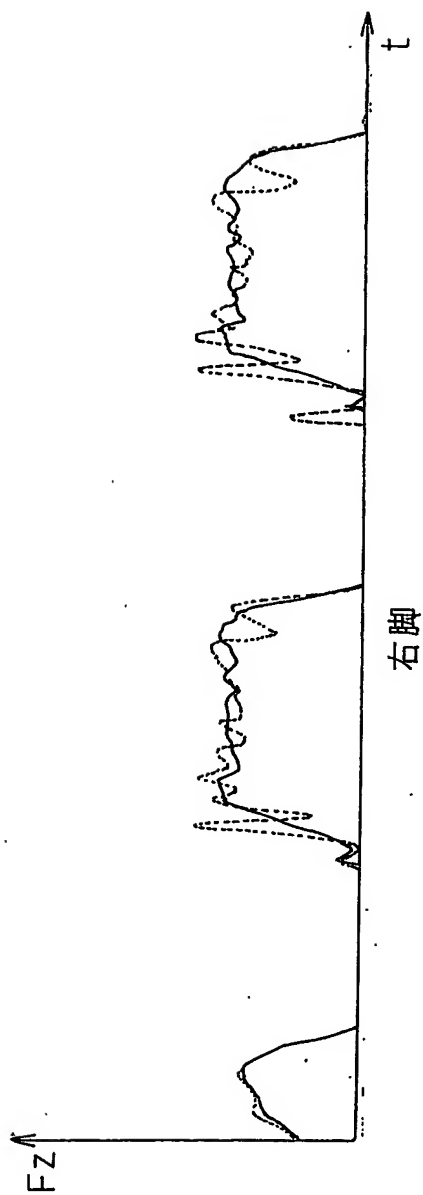


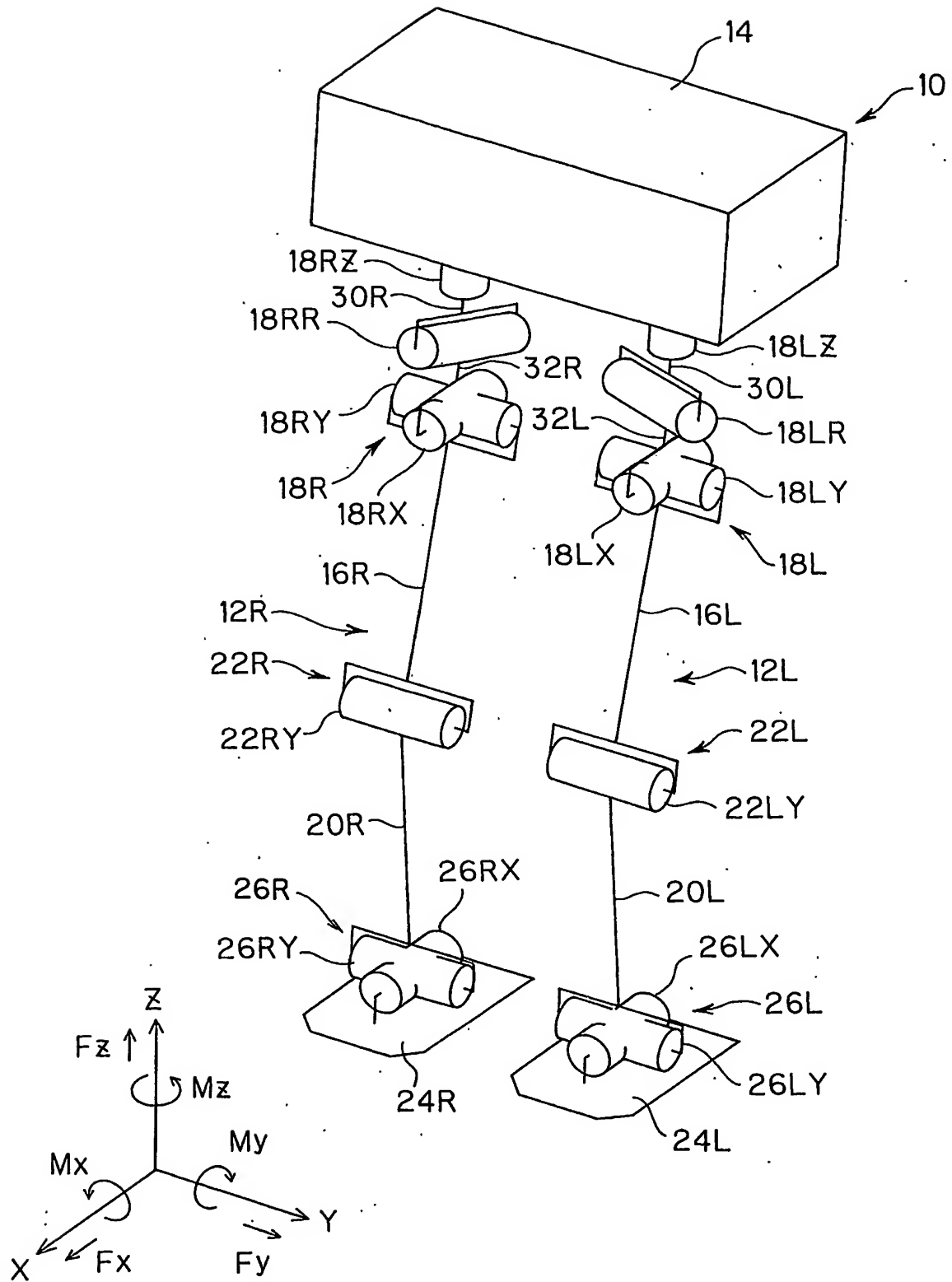
6/8

第 6 図



第 7 図



8/8
第 8 図

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007064

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ B25J5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ B25J5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-150371 A (Sony Corp.), 05 June, 2001 (05.06.01), Full text; Fig. 3 & EP 1083120 A2 & US 6583595 B1	1-14
A	JP 2001-62761 A (Honda Motor Co., Ltd.), 13 March, 2001 (13.03.01), Full text; Fig. 3 & EP 1081027 A2 & US 6564888 B1	1-14
A	JP 2592340 B2 (Honda Motor Co., Ltd.), 19 December, 1996 (19.12.96), Full text; Fig. 1 & EP 791439 A3 & US 5159988 A	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 August, 2004 (17.08.04)

Date of mailing of the international search report
31 August, 2004 (31.08.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ B25J5/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ B25J5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-150371 A (ソニー株式会社) 2001.06.05、全文、第3図 & EP 1083120 A2 & US 6583595 B1	1-14
A	JP 2001-62761 A (本田技研工業株式会社) 2001.03.13、全文、第3図 & EP 1081027 A2 & US 6564888 B1	1-14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.08.2004

国際調査報告の発送日

31.8.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員).
佐々木 正章

3C 3504

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2592340 B2 (本田技研工業株式会社) 1996. 12. 19 全文、第1図 & EP 791439 A3 & US 5159988 A	1-14